

水轮发电机组安装中的问题与措施

宋 成

(安徽省蚌埠闸工程管理处, 安徽 蚌埠 233010)

摘 要 水轮发电机组作为水电站的核心设备, 其安装质量直接关系到电站的安全和稳定。当前, 水轮机装调过程中, 由于装配结构、轴衬间隙、镜板应力和高程控制等原因, 导致装配质量下降, 危及机组的安全运行。本文从高质量、高标准、认真探索、严格要求出发, 通过理论上的研究分析, 总结安装、运行、试验的实践, 提出了尚未普遍了解但已全面实施的、长期行之有效的方法及其它注意细节, 探索和实施这些方法, 旨在为不断提高运行的质量和安装水平提供参考。

关键词 水轮发电厂; 水轮机; 安装

中图分类号: TM6

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0097-03

水轮发电机组的安装已积累了大量的实践经验, 然而, 到现在为止, 水轮发电机组的安装还存在许多亟待解决的问题。水轮机是一种适应性很强的发电设备, 所以, 对于水轮发电机组的安装, 一定要给予足够的重视。为了能更好地保证水轮发电机组的安全和稳定运行, 本文对水轮发电机组安装中出现的一些问题进行了分析, 并提出了质量控制举措。

1 水轮发电机组安装问题

1.1 固定结构

在水轮机的安装过程中, 其定位机构既是对机组的定位进行校核的基础, 又是对电机的定转子中心的校核^[1]。在安装时, 由于对定位点的确定不准确, 造成了后期机组的额外受力很难施加到轴承零件上。此外, 由于安装位置偏差或误差, 机组在工作中会发生动态不平衡, 严重影响机组的发电安全和发电效率, 严重影响机组的工作寿命。

1.2 轴线轴瓦间隙

水轮机组的安装过程中, 需要对轴、轴承等零部件进行加工, 如果二者间的间隙处理不好, 会对机组的运行质量产生很大的影响。在法兰水导、上导、下导等施工中, 往往忽视了测点的选取, 导致测点选取不当, 影响了测量精度。此外, 因为在安装时没有做好清洁工作, 所以在镜板与止推瓦之间产生了一些杂物, 影响了机器的正常运转。在盘车运行过程中, 由于缺少固定的检测操作, 使得检测过程中的碰撞、损坏等问题很难得到及时的检测, 检测过程中的信息记录不完整, 检测过程中的间隙调节不及时^[2]。另外, 元件安装测量点的选取也会影响元件读取精度。在打

开连轮轴凸缘挡圈时, 由于间隙太大, 造成了电机轴等零件的中心偏差, 造成仪器读数不准, 从而影响了机器工作的受力平衡。

1.3 镜板受力

在机组安装时, 镜面面板的受力也是一个重要问题, 镜面面板将承受横向作用力, 并承受一定的推力。有些人在推镜子的时候, 并没有对调节方式进行控制, 所以在安装之后, 得到的测量结果并不精确。仪器本身就有一些误差, 光靠感觉很难判断出误差的大小, 这就导致了镜面上位置的千分表的数据误差比较大^[3]。在测试过程中, 工作人员往往是在镜面的边缘位置对其水平状况进行检测, 忽略了推力瓦受力改变的作用, 从而造成了镜面平整度测试中的问题。另外, 采用测微计监控工作流程时, 并没有对推力瓦进行逐块读取, 往往是在两片工作结束之后才开始读取, 即使是在转动的状态下, 也要进行回零, 这样的镜面受力问题以及处理方法的不当, 都会严重影响机组的安装质量。

1.4 高程控制

水轮机下部结构的标高控制是水轮机安装过程中的一个重要环节, 关系到水轮机的安装质量。在施工过程中, 由于施工单位固定构件和旋转构件之间的标高差异, 在施工过程中没有考虑到施工过程中的高程差异, 给测量带来了一定的误差。另外, 在深基坑的返点测量过程中, 未考虑测量带自身的误差, 造成了深基坑工程测量的较大误差, 包括下机架高程误差超标、座环加工及导水机构尺寸精度不够、判定时未考虑温度影响、预载时未考虑量具误差、定子线杆下引线不能精确校核其中线高程等问题。

2 水轮发电机组安装问题解决策略

2.1 固定结构问题的解决

对于机组对中位置的确定,首先要明确其功能和重要性。在安装过程中,要正确地安装机组的各紧固件,以保证机组的气密性均匀分布,这样就可以准确地确定定位中心,这样机组电动机的定子和转动部位的中心也可以准确地安装^[4]。因为只有当安装点被确定后,施加在设备上的附加力才能全部施加到轴承组件上,从而使其能够长期支撑轴而不会在工作过程中产生波动。在安装过程中,要注意对组件的固定结构进行定位,从而提高组件的安装精度,避免机组发生受力不均的情况,保证机组高效、安全地工作。同时,在设备安装过程中,对设备的安装也要给予足够的重视。比如:在安装转轮时,需要在固定的结构中间,注意对挡油筒等零件的管理,防止结构“偏心”,也可以防止机器在工作过程中发生“甩油”,减少因安装故障而造成的轴承零件损坏。机组安装中央结构的定位程序,不应该受固定结构的形状、性能等方面的影响。如果一个固定部件可以测定的直径多于三个,并且可以测定的读数大于六个,那么就可以将该固定部件的各个区域的直径中心点连接起来,形成一个多边形。对于已测得的固定中心,还要加以校正,使其在同一垂线上。

2.2 安装间隙问题的解决

为解决机组安装轴与轴瓦间隙的问题,法兰水导、上导、下导的安装工作,需对各点进行均匀划分,以保证各点在同一竖直面上。因为对轴、衬套的初始调整都会对镜板的侧向受力产生影响,所以安装时需要安装人员对镜板、止推瓦等进行彻底的清洁,并采取综合的清洗措施,清除其内的杂质。另外,在缝隙处涂油可以降低运行的摩擦阻力,在天气比较热的时候,可以将猪油和羊油按照一定的比例混合,防止由于天气原因造成的涂油融化。

在盘车作业中,要确保大轴能够正常运行,而大轴在工作过程中不会被其它零件,尤其是挡油筒与大轴之间的碰撞所影响。有些安装者可能忽略了这一点,因为这样的撞击对装置的操作造成的影响是相当轻微的。为确保安装工作的质量,在安装盘车过程中,要注重对固定结构的中心点进行检测,对出现的撞击损坏进行及时处理。在进行检查时,要注意清点,清点完毕后不能受到任何外力的影响。在检验作业时,可以用手指轻轻推动盘体,判定轴杆的松紧度,在检查之后,准确地记录相关的结果。特别是在某些工作中,有人错误地认为,只需将上转子固定好,便可开启上

转子的润滑工作,从而保证了落转子列车的正常运转。实际上,当转子落下后,很难再回到原来的中心位置,而大轴的转动又不是完全的自由,因此,即便是在导瓦夹紧的情况下,转子也无法平稳地回到中间。在这种情况下,当工人把转子放下来后,要立即松开上导向瓦,检查大轴是否正常运转,根据大轴的运转状况,调整导向瓦的间隙,然后再进行盘车^[5]。在设备的安装和运行过程中,不需要简单地将上导瓦紧紧地抱住,只需要确保上导瓦之间有一个空隙,这个空隙可以在0.01mm~0.02mm之间,这样就可以让盘车的工作不会浪费太多的力量,从而达到对零的目的。

另外,在设备安装过程中还涉及千分表等零件的安装作业,若所选取的测点位置不平或刀纹不匀,将会影响千分表的准确性。为防止这一现象发生,应在测微计的顶端安装橡皮木套,以保证测点处的平滑。在采用连轴法兰的情况下,不能出现开缝过大的情况,若电机轴或其他结构有偏心,将会对机组仪器的摆度、读数精度产生影响。如果各零件的同轴度都有很大的差异,哪怕盘车的摆度是正确的,也会影响到整个系统的正常运转。所以,在安装阶段,就需要建造者正确地进行组件的安装作业,加强检查工作,防止单元不平衡等问题的发生。

2.3 镜板受力及处理问题解决

现有大型水电机组及抽水蓄能电站止推轴承多为三波形不可调节弹性油箱,其推力轴承载能力无法调节,所以对支架的安装水平要求极高,通常为0.02mm/m。这类结构的止推轴承通常都是先对框架进行预装,然后利用镜面调平来控制框架的标高,在浇筑混凝土的时候要特别注意使用千分表来监控框架的水平和位移,并且要做到严格的对称、均匀的慢慢浇筑。在重新安装下架前,应按水平方向重新调整框架,以保证水平方向不超过0.02mm/m。另外,在安装止推轴承零件之前,要认真清理并检查各零件的尺寸和偏差是否符合图纸的规定。在转子提升前后,推头与镜板、推力头与转子法兰之间的间隙要按照图纸上的规定进行,通常要求0.02mm的塞尺是不能通过的。每一次起吊前,都要将转子升降三次,以保证其处于完全自由的情况下,测定其静、动转动水平及镜盘的摆动量,以满足设计要求。

2.4 高程测量误差的解决

在水轮发电机安装过程中,要对其进行质量控制,以确保机组在正常工作状态下,不使水漏环与转轮顶盖保持平行,以免影响下一轮的水力效率。同时,为

为了防止定子中线与转子中线的标高相差太大,定子与转子的轴线高度必须一致,从而使下机架和定子机架承受更大的轴向载荷。在设备安装时,要对下部支架的高程进行校核,要对各部件之间存在的各部件之间的标高差异进行合理分配。同时,对转子极轴线的标高进行了校正,以补偿支架的安装高度。

比如新疆叶尔羌河的蓄高水电站,总装机容量为 180MW,厂房中有 4 个水轮发电机组,机组的水头为 54m。该发电机采用垂直的半伞形结构,采用风冷式工作,底部支架的安装高度为 1552.495m,定子底座的高度为 1553.945m,转子的安装高度为 1554.56m。机组的结构组成简图如图 1 所示。

程中,必须先求出下机架的支承凸缘表面至定子中线的高差,再与设计标高进行比较,以确定标高的精度,进而对产生标高偏差的原因进行分析。

3 结语

随着我国经济的高速发展,对发电工业的节能减排需求也越来越高,为减轻能源危机和环境污染,电力工业中还在继续使用新的发电技术和装备,以提高发电效率,减少能源消耗和环境污染。而对于最重要的水电厂而言,在水电工程建设过程中,最关键的是机组的安装工作,必须根据可能发生的问题,制定相应的应对措施,并制定相关的质量控制手段,确保安装质量,确保机组的稳定、安全、高效运行。

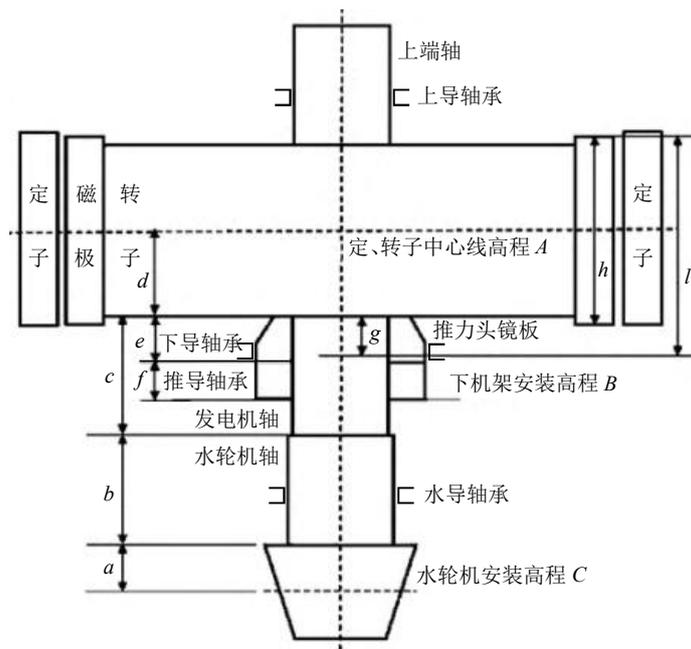


图 1 机组的结构组成图

图 1 中, a 是转动法兰表面至透平机的安装中心的距离, b 是透平机轴线的长度, c 是实际的发电机轴长度, d 是转子中心至下个凸缘的距离, e 是推定头的镜板厚度, f 是推导出的轴承厚度, h 是极长, g、l 是转子法兰表面上用水平仪、皮尺测定的结果。

下架高程的确定^[6],应根据机组的实际安装高度和下机架导向轴承至导水机构的中心距离综合确定。在预先安装好框架之前,采用野外测量的方法或由厂商提供发电机轴长、水轮机轴和推力头的镜盘厚度资料。下架高度测量采用以下公式:

$$B=C+a+b+c-e-f+\delta+\beta \quad (1)$$

式(1)中, δ 是转轮的弯曲度, β 是支架下部所能承载的最大重量,轴向推力偏斜。为此,在预埋过

参考文献:

- [1] 莫斌伟. 水轮发电机组安装技术分析[J]. 工程技术研究, 2023,08(08):112-114.
- [2] 陈峰. 关于水轮发电机组安装的质量控制探讨[J]. 水上安全, 2023(07):16-18.
- [3] 王雷. 水轮发电机组安装技术[J]. 现代制造技术与装备, 2021,57(04):184-185.
- [4] 盛昌华. 水电站水轮发电机组安装要点分析[J]. 价值工程, 2021,40(18):123-125.
- [5] 吉振伟. 中国水电四局水轮发电机组安装与调试综述[J]. 水电站机电技术, 2021,44(z2):1-5.
- [6] 伍威. 水轮发电机组安装中的相关问题及处理分析[J]. 中国科技纵横, 2021(01):66-67.